

中国粮食供需的区域格局研究

胡 甜¹, 鞠正山², 周 伟^{2,3}

(1. 北京大学城市规划与设计学院, 深圳 518055; 2. 国土资源部土地整治重点实验室, 北京 100035;

3. 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083)

摘要: 粮食安全问题在世界范围内一直被高度关注。本文主要以中国333个地级市为基本研究单元,在粮食供需现状分析的基础上,借助GIS和Geoda空间分析工具,从区域的空间差异和时空变化两个角度,建立粮食供需模型,研究中国粮食供需的结构特征和空间分布规律。结果表明:①2012年中国粮食供需结构为净余粮,仅有约52%的地级市能通过粮食生产保障基本粮食需求。②粮食供需的空间分布具有区域差异性,基本呈现西缺粮东余粮,南缺粮北余粮的特点;③在省域和地级市两种空间单元尺度上,粮食供需有一定的规律,表现出明显相关性,呈集聚状态。④2008-2012年,中国的净余粮量增加,高余粮和高缺粮是主要的变化类型,其中高余粮区对余粮量增长的贡献率达到75.24%。

关键词: 粮食供需;空间格局;区域差异;空间自相关;中国

DOI: 10.11821/dlxb201608007

1 引言

粮食安全是世界性的问题,关系着国家的战略部署^[1-2]。Gandhi等在2014年对中国和印度两个人口大国的粮食安全现状进行研究,指出中国的消费结构转变、城镇化对粮食安全的挑战最大^[3]。中国坚持把粮食基本自给作为粮食安全的基本方针,现阶段,人口的增加、城镇化推进以及人均粮食消费水平的不断提高,使中国粮食安全保障依然面临严峻的形势。

粮食安全受到多方面因素^[4]的影响,保障粮食安全的路径可以从粮食生产、粮食消费^[5]、粮食储备^[6]、粮食贸易^[7]4个环节考虑。国内外学者对粮食安全的研究也基本涵盖了上述4个环节。粮食供需包含了粮食生产和消费两个环节,本质是粮食生产能力和粮食消费水平之间的关系,是粮食安全保障体系的关键组成部分。目前围绕粮食供需的研究主要包括粮食的供需计算、结构分析^[8]、影响供需的因素分析^[9]、趋势预测^[10]等,其中多数研究是从粮食安全视角出发,从粮食生产方面^[11]和粮食消费两方面分别进行阐述,从整体上对粮食供需的空间异质性和聚集性研究较少,这样就无法在同一个体系下研究区域差异,不利于实现国家层次上对粮食供需的宏观调控。国外学者则更多关注粮食供需模型^[12],以期通过历史数据分析中长期粮食供需的规律性变化。其模型预测的结果显示未来中国粮食安全形势非常严峻,需要依赖大量的粮食进口来养活本国人口。

另外,关于粮食供需的研究尺度问题,国内外学者还存在讨论,在尺度选择上,目前主要包括地区、国家和省、市等层面,大多数研究是以省为基本单元,对粮食供需在

收稿日期: 2015-11-18; 修订日期: 2016-04-07

作者简介: 胡甜(1989-),女,山东潍坊人,博士生,主要从事土地利用与变化研究。E-mail: 1501111699@pku.edu.cn

通讯作者: 鞠正山(1972-),男,博士,研究员,研究方向为土地利用与整治。E-mail: juzhengshan@lrcr.org.cn

地级市水平考虑的较少。中国地域辽阔，区域间自然和社会条件差异明显，不同区域面对的粮食问题也不同。为此，在考虑资源禀赋基础上，中国实行粮食产销制，通过依赖区域间的粮食调配来保障粮食安全。这一方面造成粮食供需的区域差异不断加强；另一方面因存在的粮食安全的国家责任与地方目标的博弈，使得粮食供给和需求的地区矛盾也不断加剧。大尺度单元的研究容易忽略区域内部粮食供需差异性。因此，为了更准确反映区域内部的粮食供需差异，把握不同区域在粮食安全链条中的生产和消费状态，解决地区间的粮食供需矛盾，有必要在传统的省级单位研究基础上，进行一定程度的区域尺度下沉。

基于以上分析，本研究在全国及区域人口、粮食数据基础上，以地级市为单位建立粮食供需模型，划分供需类型区，运用统计学和空间分析的相关方法，从区域差异和时空动态变化两方面，研究中国区域粮食供需现状，定位区域粮食生产和消费模式，从而为国家和地方政府制定保障粮食安全的政策法规提供依据。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

数据来源主要为全国及各地级市统计年鉴，包括《中国2010年人口普查分乡、镇、街道资料》、《2013中国县域统计年鉴》、《中国统计年鉴》等。主要数据有全国地级市以及省的年末常住人口数、粮食产量。其中人口数、粮食产量选取了2008年、2010年、2012年的3期数据。研究范围总共包括了中国大陆省辖地级行政单位333个，包括283个地级市、17个地区、3个盟、30个自治州。其中广州部分地级市2012年粮食产量数据缺乏，用最近年的粮食产量来代替计算。香港、澳门、台湾地区不在本文的研究范围内。

2.2 粮食供需平衡类型的划分

在粮食供给和需求现状分析的基础上，本研究中以地级市为单位，建立粮食供需关系，对粮食供需类型划分。本文所指的粮食供需为粮食需求减供给（表1）。

表1 粮食供需平衡分级表
Tab. 1 Grain supply-demand classification

| | 高缺粮区 | 中缺粮区 | 低缺粮区 | 低余粮区 | 中余粮区 | 高余粮区 |
|-----------|-------|---------|-------|--------|-----------|--------|
| 需求减供给(万t) | > 300 | 100~300 | 1~100 | 0~-100 | -100~-300 | < -300 |

粮食供需变化可以分为6种类型，其中缺粮变余粮、余粮总量增加、缺粮总量减少3种类型，对保障粮食安全具有正向的调节作用；余粮变缺粮、缺粮总量增加、余粮总量减少3种对保障粮食安全起负向的调节作用。

2.3 空间自相关分析

本文采用Moran's *I*分析中国地区粮食供需的空间自相关性。Moran's *I*指数表征的是空间临近单元属性的相似程度。Moran's *I*系数已经标准化，显著性水平可以得到检验^[13]。空间自相关分析包括全局空间自相关和局部空间自相关。

$$I=n\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^nW_{ij}(X_i-\bar{X})(X_j-\bar{X})/\sum_{i=1}^n\sum_{j=1}^nW_{ij}\sum_{i=1}^n(X_i-\bar{X})^2$$

(1)

式中：*I*为全局Moran指数；*X_i*、*X_j*分别为第*i*、*j*个空间单元粮食供需数；*n*为单元个数； \bar{X} 为粮食供需数的均值；*W_{ij}*表示空间权重矩阵^[14]。

Moran's *I*值介于-1与1之间，*I* > 0表示空间自正相关，空间实体呈聚合分布，*I* < 0

表示空间负相关，空间实体呈离散分布； $I = 0$ 则表示空间实体是随机分布的^[15]。

$$I_i = Z_i \sum_j W_{ij} Z_j$$

(2)

式中： Z_i 、 Z_j 分别为单元*i*和*j*的粮食供需数的标准化值。

3 粮食供需的区域差异研究

3.1 粮食供给和需求的点格局分析

粮食供给和需求分析是粮食供需平衡研究的基础。借助 ArcGIS 平台将中国地级市粮食供需的统计数据赋予地理空间信息，同时将不同地级市单元抽象为空间上的点，分别从粮食供给和需求两个角度研究区域差异，用点的大小表示粮食供给和需求的数量。

2012 年中国粮食总产量为 5895797 万 t，以 2012 年粮食产量为标准，依照自然断点法对全国各地级市的粮食供给量进行分级，共分为 7 级：< 450 万 t、450~600 万 t、600~750 万 t、750~900 万 t、900~1050 万 t、1050~1200 万 t、> 1200 万 t。

在地级市水平上，中国粮食产量的空间分布呈现局部的聚集性（图 1）。主要表现在粮食产量大于 1000 万 t 的地级市聚集分布在东北地区 and 长江流域主产区附近，包括黑龙江省哈尔滨市、齐齐哈尔市、绥化市以及重庆市。粮食产量大于 600 万 t 的地级市则以高密度分布的形式聚集在黄淮海平原地区，包括周口市、德州市、保定市、驻马店市等。在中国的西北地区和东南沿海地区，各地级市的粮食生产能力都普遍较低。

以人均消费 400 kg 粮食作为标准，结合 2012 年末全国各地级市的人口数计算得到粮食需求量为 54428.8 万 t。依据粮食需求量，将全国地级市划分为 4 个分位水平：< 400 万 t、400~600 万 t、600~800 万 t、> 800 万 t。中国粮食需求量较高的地级市呈现三点式聚集分布（图 2），主要分布在京津冀地区、长江三角洲地区和成都平原地区。粮食消费量大于 800 万 t 的地级市有重庆市、上海市和北京市。此外珠江三角洲地区、黄淮海平原区也是主要的粮食需求地区。

3.2 粮食供需结构分析

通过叠加粮食供给和需求数据，可以

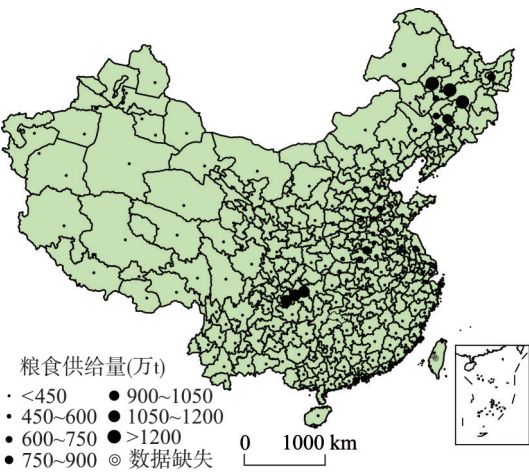


图 1 2012 年中国地级市粮食供给空间分布
Fig. 1 Spatial distribution of grain supply at prefecture level in China in 2012

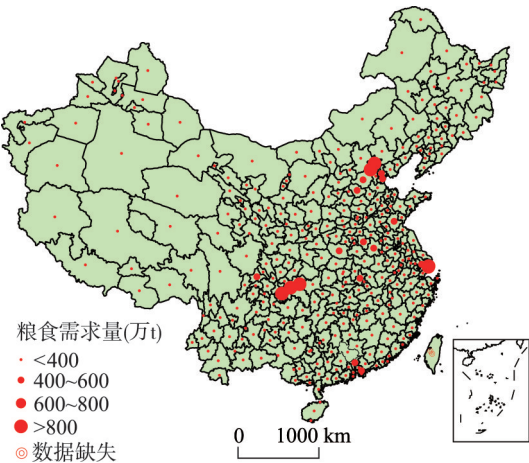


图 2 2012 年中国地级市粮食需求空间分布
Fig. 2 Spatial distribution of grain demand at prefecture level in China in 2012

得到净余粮量或净缺粮量。从粮食总量来看,2012年中国粮食安全状态为紧平衡,表现为净余粮,余粮量为4796.37万t。进一步研究全国地级市的粮食供需结构,从地级市的数量比例分析粮食供需的区域差异。在全国333个地级市中,粮食供给大于需求的地级市共有173个,所占比例为52%,其中属于余粮量大于300万t的地级市仅有17个,余粮量在100万t以下的有106个(图3)。这意味着在不考虑粮食贸易流通的情况下,中国仅有52%的地级市能依赖本地地区的粮食生产保障基本的粮食消费,而且其中有相当大比例的地级市为低度保障。粮食供给小于需求的缺粮区中,粮食缺口大于100万t的地级市有37个,所占比例为11%。中国地级市的供需结构以低水平的余粮和缺粮为主。

3.3 粮食供需的空间差异分析

从粮食供需的空间分布分析区域差异,全国各地级市粮食供需的地域差异明显(图4)。总体呈现出西缺粮东余粮,南缺粮北余粮的特点。这和中国现阶段北粮南运的粮食流通格局相一致。在未来相当长一段时期,中国的粮食安全模式都将依赖少部分粮食主产区保障粮食需求。通过对比省域尺度上的粮食余粮和缺粮的空间分布可以看出粮食供需类型在空间上的分布是打破省界的,除黑龙江、吉林、安徽、西藏、宁夏5个省份呈现单一的余粮结构;四川、广西、广东、浙江4个省份呈现单一的缺粮结构,其他省份的地级市都具有一定程度的余粮和缺粮的分化。从省域内地级市粮食供需状态的比例结构来看(图5),中国传统的粮食主产区如辽宁、山东、内蒙古、江西、湖北的缺粮地级市比例都在35%以上。粮食主销区中福建的余粮地级市比例达到33%。通过以上分析可以看出,单纯从省级域划分粮食主产区、主销区存在一定程度的不合理,会导致忽略省域内部的结构差异。

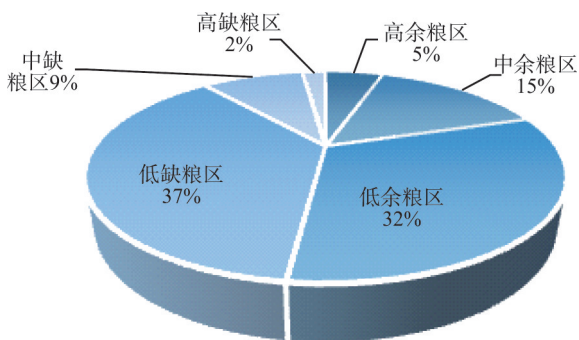


图3 2012年中国地级市粮食供需类型比例

Fig. 3 The proportion of grain supply-demand at prefecture level in China in 2012

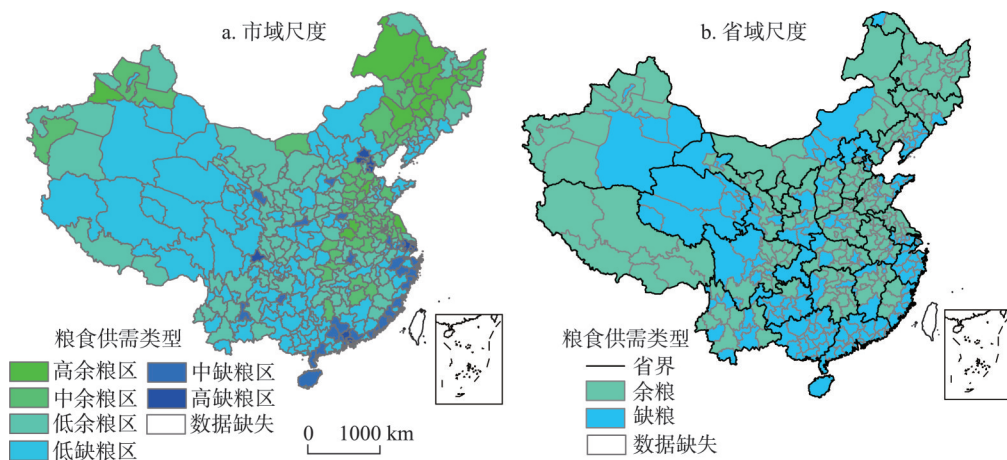


图4 2012年中国粮食供需空间分布

Fig. 4 Spatial distribution of grain supply-demand at provincial and prefecture levels in China in 2012

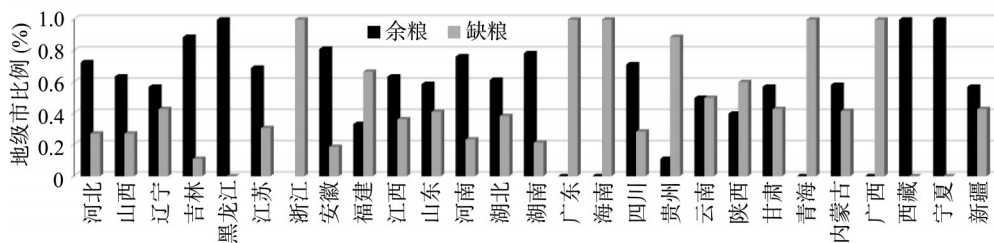


图5 中国省域内地级市的粮食供需结构

Fig. 5 The structure of grain supply-demand at province level in China in 2012

具体从空间上分析，中国的高缺粮区呈聚集分布，主要集中在京津冀、长江三角洲、珠江三角洲三大经济发展区周围，包括北京、天津、上海、苏州、广州、成都等城市。这些地级市经济发达，有很强的人口吸附能力，耕地、建设用地、生态用地竞争激烈，粮食供需矛盾非常突出，粮食自给水平低。而且随着人口迅速增长，粮食消费需求不断增加，耕地面积不断减少，未来的粮食供需矛盾只会不断扩大。高缺粮区的粮食消费模式需要依赖财政支持，从其他地区调入粮食维持本地的生存和发展需求。2012年，中国的高缺粮区粮食缺口总量达到5738.13万t，占总缺粮量的39.09%。

中缺粮区呈分散分布，主要包括山西、陕西、贵州、云南、甘肃、江苏等省的省会城市；中国的华南主产区沿线是相对集中的地区，沿东南沿海诸河流域呈带状分布。粮食缺口总量3469.65万t（表2），占总缺粮量的23.64%，地级市数量比例为9%，相对集中分布在广东、福建、浙江三省。中缺粮区几乎都是各区域的经济发展中心，是区域人口的聚集地，经济发达，可以依赖经济手段解决粮食短缺问题。中国的中、高缺粮区都属于人为因素缺粮，其原因一方面是高人口密度导致，另一方面为保证地区经济发展，建设用地不断占用大量的耕地资源，缩减粮食种植比例导致粮食生产总量的减少。

表2 2012年中国地级市粮食供需差

Tab. 2 The amount of grain supply-demand at prefecture level in China in 2012

| | 高余粮区 | 中余粮区 | 低余粮区 | 低缺粮区 | 中缺粮区 | 高缺粮区 |
|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 余粮量(万 t) | 10297.74 | 8679.81 | 3482.19 | | | |
| 需粮量(万 t) | | | | 5469.75 | 3469.65 | 5738.13 |

低度缺粮区，主要分布在西北、西南、华南的大片区域，集中在内蒙古高原、云贵高原等多山地区以及西北高原山地气候区和温带大陆性气候区，缺粮总量达5469.75万t，占总缺粮量的37.27%，仅次于高缺粮区。这些地区经济欠发达，人口压力小。自然环境条件恶劣，位于常年干旱或季节性干旱区，耕地生产粮食的能力低，属于自然性缺粮。需要改善自然条件，提高耕地地力，来增加粮食产量。

高、中余粮区主要集中在松嫩平原、辽东低山丘陵、河套灌区、内蒙古东部以及西北的天山山地和南疆的部分地区。高余粮区净余粮量为10297.74万t，占余粮区总余粮量的45.85%，属于高余粮区的地级市比例为5%。中余粮区的余粮量为8679.81万t，占余粮总量的38.66%，属于中余粮区的地级市所占比例为15%。其中东北地区的九个高余粮地级市2012年生产粮食9039.01万t，占全国粮食产量的15.33%，总共余粮7356.41万t，占高余粮区余量总量的71.44%，占总余粮量的32.75%。低余粮区主要分布在西北阿拉善河西、内蒙古中部、喜马拉雅山南坡等地区。余粮总量为3482.19万t，占总余粮量的15.5%，属于低余粮区的地级市所占比例为32%。

3.4 粮食供需的空间自相关分析

基于粮食供需的空间分布特征分析，在 Geoda 中基于 Rook 的多边形临接性生成空间权重矩阵，得到以地级市和省为单元的区域粮食供需的 Moran 散点图（图 6）。其中全局 Moran's I 可以表征整体在空间上的集聚特征。散点图以平均值为中心被分成 4 个象限。图中点主要分布在第一和第三象限，表现为高一高（H-H）和低—低（L-L）关联类型。计算结果显示，市域尺度的 Moran's I 指数值为 0.55，省域尺度的 Moran's I 值为 0.41。

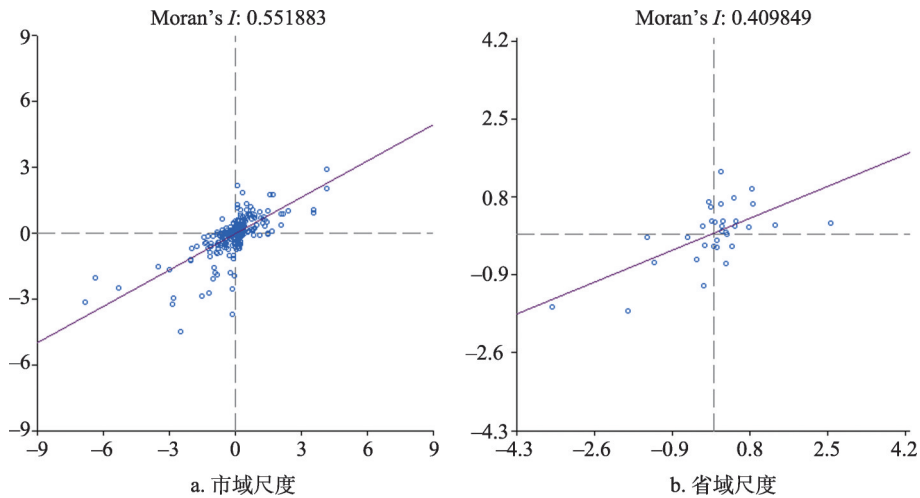


图6 中国粮食供需平衡的 Moran 散点图
Fig. 6 Moran scatter plots of grain supply-demand in China

对全局 Moran's I 的显著性进行检验，将序列数量增加到 999，检验结果如表 3 所示，均通过显著性检验 ($p < 0.01$)，即市域和省域单元尺度的粮食供需存在空间正相关关系。这说明中国的粮食供需在地域分布上有一定的规律，呈空间集聚状态。

| 表3 中国市域和省域尺度的全局相关特征 | | | | | |
|---|-------------|---------|--------|---------|-------|
| Tab. 3 The global-correlation of grain supply-demand at provincial and prefecture levels in China | | | | | |
| | Moran's I | $E(I)$ | Sd. | Z统计量 | p 值 |
| 市域全局相关性 | 0.55 | -0.0029 | 0.0325 | 17.1046 | 0.001 |
| 省域全局相关性 | 0.41 | -0.0313 | 0.1048 | 4.2058 | 0.001 |

局部 Moran's I 可以表征具体空间单元的集聚、离散类型和位置。在 Local Moran's I 基础上，生成 LISA 聚集图（图 7）。从图 7 可以看出，在市域尺度上，中国粮食供需类型的空间集聚区域主要在东部沿海，呈带状分布。其中，有 31 个地级市属于高一高（H-H）集聚区，高值表征的是缺粮区被缺粮区包围，主要包括京津冀经济发展区的北京、天津，环长江三角洲地区的上海、苏州、嘉兴等，以及珠江三角洲的厦门、广州等。在 31 个高一高集聚地区中，只有宣城、廊坊、唐山的粮食供需类型为低余粮。属于低—低（L-L）集聚区的地级市有 31 个，表现为余粮区被余粮区包围，主要分布在东北平原地区。另外，河北保定为低—高（L-H）集聚区。

从省域尺度上分析（图 8），中国粮食供需的空间集聚特征为南北两端分布，北部为低—低集聚区，南部小部分为高一高集聚区。福建、广西为粮食供需的高—高（H-H）集聚区，粮食供需类型为高缺粮。内蒙古、吉林、黑龙江为低—低（L-L）集聚区，为高余粮，余粮量都在 1700 万 t 以上。江西、湖南为低—高（L-H）集聚区，粮食供需类型表现为中度缺粮。

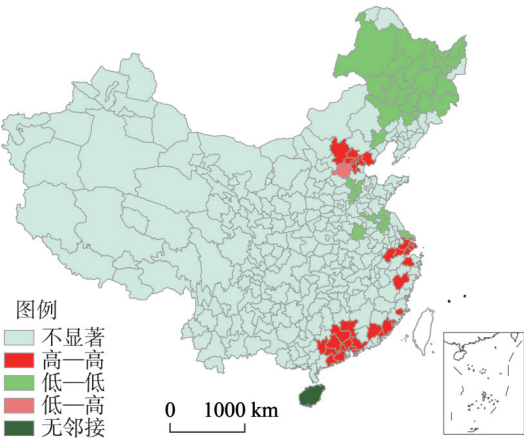


图7 2012年中国市域粮食供需LISA聚集特征
Fig. 7 LISA cluster map of grain supply-demand
at prefecture level in China in 2012

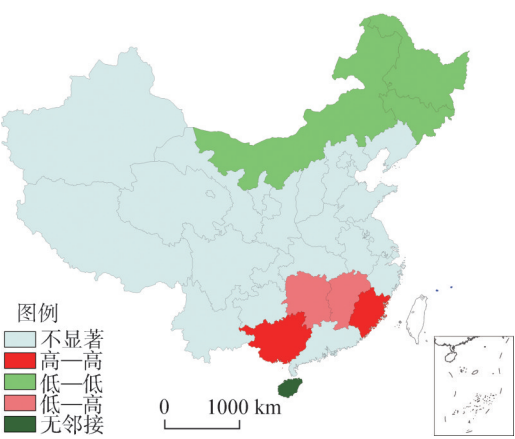


图8 2012年中国省域粮食供需LISA聚集特征
Fig. 8 LISA cluster map of grain supply-demand
at provincial level in China in 2012

4 粮食供需的时空变化分析

2008-2012年，中国粮食供需的变化特征为余粮量和缺粮量都呈增加趋势，且余粮量的增加速度稍高于缺粮量的增长（图9），净余粮量也有一定程度的增加，从3552.09万t增加到7782.21万t，说明了中国粮食自给能力的提高。从供需类型的结构看（图10），在各粮食供需类型中，高余粮区、中余粮区、低缺粮区、高缺粮区呈增长趋势，特别是高余粮区粮食总量由5456.74万t增加到10297.74万t，仅这一供需类型区对中国余粮量增长的贡献率就达到了75.24%。高缺粮区粮食缺口总量增加了2021.3万t，对缺粮总量变化的贡献率为91.72%。由以上分析可以看出，高余粮区和高缺粮区在保障中国粮食安全过程中发挥主导作用，需要特别关注。低缺粮区和中缺粮区粮食总量波动变化，前者在2012年有非常明显的增加，后者的缺粮最值出现在2010年，之后减少。从地级市的统计数据看，整体比较稳定，变化不大。2008-2012年期间，属于高缺粮区的地级市数量由2%增加到3%。高余粮区的地级市数由3%增加到5%。此外，低缺

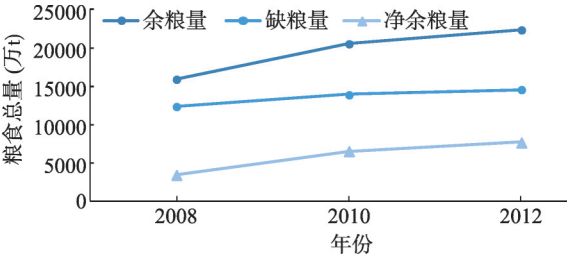


图9 2008-2012年中国粮食供需变化
Fig. 9 The amount change of grain supply-demand in China
from 2008 to 2012

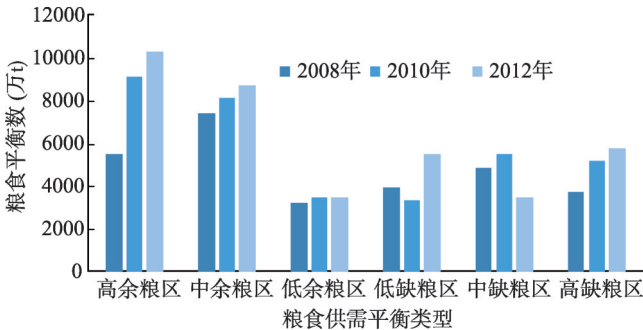


图10 2008-2012年中国不同类型区粮食供需平衡类型变化
Fig. 10 The type change of grain supply-demand balance from 2008 to 2012

粮区的地级市所占比例由43%下降到37%。总体上,属于余粮区地级市数量增多,由46%增加到52%;缺粮区地级市的数量下降,所占比例由54%减少到48%。

GIS叠加2008年和2012年粮食供需的矢量数据,按供需类型分级提取变化图斑,得到粮食供需的空间分布变化图,分析该研究时段内全国粮食供需格局的变化规律。

总体来看,2008-2012年,全国粮食供需格局整体稳定,皆呈现西缺粮东余粮,南缺粮北余粮的特点,有少部分地区的变化明显。其中主要的变化形式是余粮增加和缺粮减少,呈现出有利于保障粮食安全的变化趋势。图11为2008-2012年全国分地级市粮食供需平衡类型区的空间分布变化。

缺粮变余粮、余粮量增加、缺粮总量减少有利于保障粮食安全。从图中可以看出,缺粮变余粮的地级市主要分布在藏北高原区、西南云贵高原和滇南间山宽谷盆地地区。其中有7个地级市位于云南省,云南曲靖的粮食总量增加68万t;文山、普洱、大理、德宏的粮食总量变化都超过20万t。从粮食需求和粮食产量分析,导致其变化的主导原因为粮食生产量的增加。另外,河南三门峡粮食供需变化量大于60万t(表4),甘肃定西市、湖南邵阳市的变化量在30万t以上。导致其变化的原因是粮食供给量的增加。

余粮量增加的地区基本分布在中国的几个粮食主产区,包括东北平原主产区、河套灌区主产区、黄淮海平原主产区、长江流域主产区、甘肃新疆主产区等。特别是黑龙江省的绥化、齐齐哈尔、哈尔滨、佳木斯、大庆等的余粮增加量超过300万t;另外新疆伊犁哈萨克自治州、黑龙江省黑河市的余粮增加量超过200万t。在116个余粮量增加的地级市中,有28个增加量超过60万t。以上地区粮食供需变化是属于粮食供给增加主导类型,说明中国粮食主产区粮食增产的边际效应非常明显。

缺粮总量减少的地区集中分布在柴达木盆地、内蒙古东部。在67个地级市中,变化量在20万t以下的地级市有63个。重庆市的粮食缺口减少了110万t,云南邵通减少了52万t。从表4可以看出,重庆为粮食消费变化主导类型,表现为粮食需求量的降低;云南昭通则为粮食供给主导,表现为粮食产量的增加。

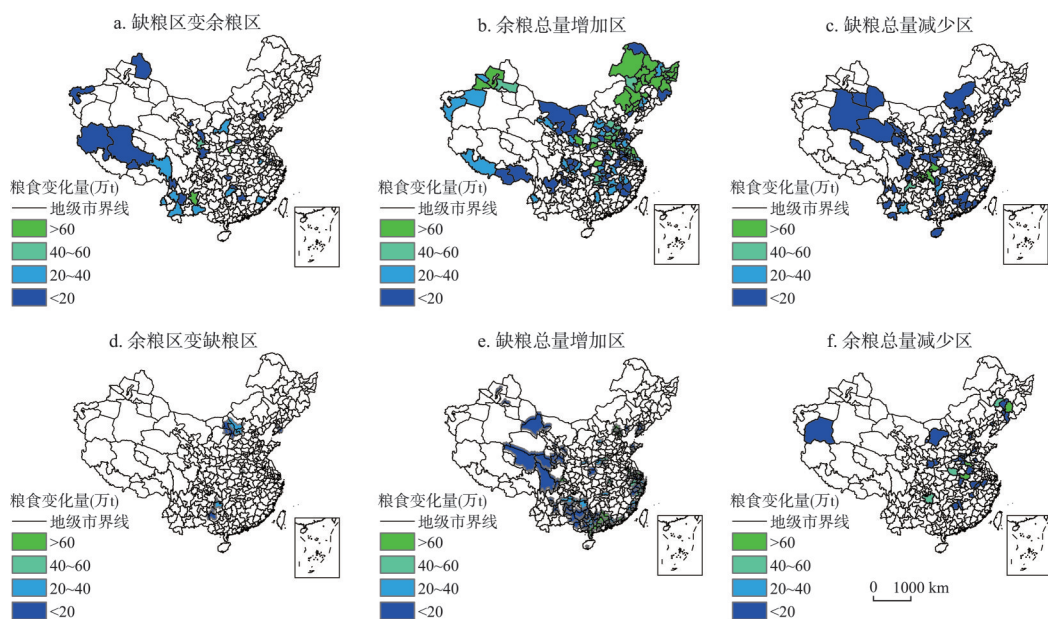


图11 2008-2012年中国分地级市粮食供需类型区空间分布变化

Fig. 11 The change of spatial distribution of grain supply-demand at prefecture level from 2008 to 2012

表 4 中国主要变化地区的粮食供给和需求
Tab. 4 The amount of grain supply-demand in major change areas of China

| 缺粮变余粮 | | 2008 年粮食需求 (万 t) | 2008 年粮食产量 (万 t) | 2012 年粮食需求 (万 t) | 2012 年粮食产量 (万 t) |
|-------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 云南 | 曲靖市 | 231.28 | 230.53 | 237.44 | 304.98 |
| | 普洱市 | 103.24 | 84.84 | 103 | 108.81 |
| | 文山壮族苗族自治州 | 137.2 | 116.32 | 142.44 | 149.15 |
| | 大理白族自治州 | 139.72 | 135.1 | 139.72 | 163.77 |
| | 德宏傣族景颇族自治州 | 47.4 | 46.02 | 49.16 | 73.55 |
| 河南 | 三门峡市 | 89.364 | 61.49 | 90.4 | 125.49 |
| 甘肃 | 定西市 | 117.404 | 98.15 | 110.768 | 137.37 |
| 湖南 | 邵阳市 | 301.636 | 300.34 | 286.8 | 318.59 |
| 余粮量增加 | | | | | |
| 黑龙江省 | 绥化市 | 230.88 | 1082.68 | 230.8 | 1665.44 |
| | 齐齐哈尔市 | 227.68 | 790.31 | 223.64 | 1344.55 |
| | 哈尔滨市 | 396.04 | 1217.93 | 397.4 | 1735.01 |
| | 佳木斯市 | 100.68 | 452.18 | 95.76 | 842.32 |
| | 大庆市 | 110.88 | 336.65 | 112.68 | 650 |
| 新疆 | 黑河市 | 69.56 | 202.33 | 69.12 | 404.45 |
| | 伊犁哈萨克自治州 | 176.32 | 231.64 | 185.136 | 499.4 |
| 缺粮量减少 | | | | | |
| 云南 | 重庆 | 1302.82 | 1153.2 | 1178 | 1138.5 |
| | 昭通市 | 211.8 | 150.42 | 211.84 | 203.2 |
| | 红河哈尼族彝族自治州 | 176.48 | 133.73 | 182.44 | 170 |
| 湖南 | 怀化市 | 201.852 | 165.93 | 191 | 182.26 |
| 余粮变缺粮 | | | | | |
| 内蒙古 | 呼和浩特 | 105.408 | 119.4 | 117.952 | 117.5 |
| | 包头市 | 99.844 | 100.15 | 109.264 | 100.25 |
| | 乌兰察布市 | 85.528 | 125.09 | 85.176 | 85 |
| 辽宁 | 鞍山市 | 140.32 | 144 | 140.36 | 130.4 |
| 贵州 | 黔南布依族苗族自治州 | 137.312 | 144.76 | 129.056 | 121.1 |
| | 铜仁地区 | 133.512 | 154.8 | 123.776 | 121.41 |
| 河南 | 漯河市 | 102.76 | 166.02 | 109.6 | 103.61 |
| 缺粮量增加 | | | | | |
| 江苏 | 上海市 | 755.384 | 115.67 | 952 | 121.3 |
| | 北京市 | 678 | 125.45 | 827.6 | 113.8 |
| | 苏州市 | 271.688 | 113.22 | 420.748 | 116.46 |
| 余粮量减少 | | | | | |
| 吉林 | 吉林市 | 173.432 | 457.66 | 172.316 | 382.3 |
| | 商丘市 | 331.344 | 585.71 | 358 | 542.39 |
| 河南 | 信阳市 | 321.12 | 561.21 | 342 | 519.53 |
| | 南阳市 | 436.544 | 569.66 | 466.4 | 545.62 |
| 贵州 | 遵义市 | 256.652 | 341.97 | 244.68 | 276.22 |

余粮变缺粮、缺粮量增加、余粮量减少不利于保障粮食安全。余粮变缺粮主要有内蒙古包头、呼和浩特、乌兰察布，辽宁鞍山，贵州黔南、铜仁，河南漯河 7 个地级市。从变化强度分析，乌兰察布和漯河的变化量最大，超过 40 万 t。二者发生变化的主导原

因都是粮食产量的下降。2008-2012年,在人口总数变化不大的情况下,乌兰察布的粮食产量减少了40.09万t,漯河市的粮食产量从2008年的166.02万t减少为2012年的103.61万t。其余几个地级市的粮食产量也都有一定程度的下降。都表现为粮食供给性缺粮。

缺粮量增加的地区主要分布在青藏高原东部青海、四川交界地带,华中川黔亚区以及闽、粤、桂南部地区。增加量超过60万t有上海、北京、江苏苏州等15个地区,其中包括广东省的8个地级市。这些区域普遍经济发达,人口密度大。粮食缺口主要由人口增加带来的粮食消费量的增加导致。而且随着城市化进程的推进,该类地区人口增加的趋势不会改变,需要一定的粮食安全空间。

余粮量减少的地区主要分布在中国的中部平原区。集中在河南、贵州、吉林三个省份。其中吉林省吉林市、河南商丘市、信阳市的余粮减少量大于60万t。普遍表现为粮食产量的降低。

5 结论与讨论

5.1 研究结论

(1) 中国粮食供需结构为余粮量多于缺粮量,从比例上来看中国的300多个地级市,仅有52%能通过粮食生产保障基本的粮食需求。属于高余粮区的16个地级市,提供了10297.74万t的余粮量,在保障中国粮食安全、控制粮食供给风险中起了关键的支撑作用。在缺粮区中有11%的市(区)属于高度和中度缺粮;在一段时间内,中国的粮食安全保障模式是依赖部分粮食主产区的余粮满足经济发达区的粮食消费。

(2) 粮食供需类型的空间分布具有区域差异性,表现为供给和需求在空间上的不匹配。缺粮区呈现两种空间分布规律。一是集中在大中城市和各省会城市,经济发达、人口密集,属于消费性缺粮,主要供需类型为高度和中度缺粮;第二类集中在西北、西南等自然环境恶劣、经济欠发达地区,缺粮的原因是土地沙化、盐碱化、水土流失等耕地地力不足,属于供给性缺粮,主要的供需类型为低度缺粮。

(3) 从空间聚集特征分析,在省域和地级市两种空间单元尺度上具有规律性,表现出明显的相关性,呈现集聚状态。在市域尺度上,中国粮食供需类型的明显集聚地区主要在东部沿海,呈带状分布。从省域尺度上分析,中国粮食供需类型的集聚特征为南北两端分布,北部为低—低聚集区,南部小部分为高—高聚集区。

(4) 2008-2012年,中国的净余粮量增加了4230.12万t,主要原因是高余粮区粮食供给量的增加,其对余粮增长的贡献率达到75.24%。此外,高缺粮区对缺粮总量变化的贡献率为91.72%。说明高余粮区和高缺粮区是粮食供需变化的主要区域。从空间分布变化角度分析,余粮总量增加和缺粮总量减少是主要的变化形式,呈现出有利于保障粮食安全的变化趋势,这些地区变化的主导原因多是粮食供给量的增加。

5.2 讨论

通过本文研究结果可以看出,中国粮食供需类型在空间上的分布是打破省界的,说明中国长期以来按省域划分粮食主产区、主销区存在一定程度的不合理,会导致忽略省域内部的结构差异。而且随着时间推移,地区的余粮和缺粮状态会发生转换。因为数据获取的原因,本文对时空动态变化的研究,选取了2008-2012年时间段,缺少长时间的序列分析,在规律总结提炼方面还有所不足,下一步还需选取典型时段进行对比研究。另外中国粮食总产从2004年开始连续10年增长,连年增产带来的后果就是各种生产要素弹

性几乎消失殆尽。这些二阶因素也影响到粮食供需的变化。本文对影响粮食供需变化的机制分析主要从粮食供给和需求的层面展开,对影响粮食供给和需求的二阶因素,特别是影响粮食产量如耕地数量、劳动力、投资等因素的解析还存在欠缺,需要进一步深入研究。

参考文献(References)

- [1] Bryceson D. Tanzanian grain supply: Peasant production and state policies. *Food Policy*, 1982, 4(2): 113-124.
- [2] Maitra C, Rao D S P. Poverty-food security nexus: Evidence from a survey of urban slum dwellers in Kolkata. *World Development*, 2015, 72: 308-325.
- [3] Gandhi V P, Zhou Zhangyue. Food demand and the food security challenge with rapid economic growth in the emerging economies of India and China. *Food Research International*, 2014, 63: 108-124.
- [4] Zhou Qiaofu, Dai Erfu, Wu Shaohong, et al. Risk Assessment on food crops supply-demand balance under climate change in China. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2011, 47(6): 1105-1115.
- [5] Yao Chengsheng, Huang Lin, Lv Xi. Grain demand structure change in henan and its contribution rate to China's food security. *Research of Agricultural Modernization*, 2014, 35(2): 163-167. [姚成胜, 黄琳, 吕晞. 河南省粮食消费结构变化及其对我国粮食安全的贡献率分析. *农业现代化研究*, 2014, 35(2): 163-167.]
- [6] Zhang Ruijuan, Wu Laping. Research review on grain storage of Chinese farm households. *Journal of China Agricultural University*, 2012, 17(1): 176-181. [张瑞娟, 武拉平. 我国农户粮食储备问题研究. *中国农业大学学报*, 2012, 17(1): 176-181.]
- [7] Feng Zhiming, Zhao Xia, Yang Yanzhao. Evolutionary trends of world cereal trade in recent 50 years from a view of spatial-temporal patterns and regional differences. *Resources Science*, 2010, 32(1): 2-10. [封志明, 赵霞, 杨艳昭. 近50年全球粮食贸易的时空格局与地域差异. *资源科学*, 2010, 32(1): 2-10.]
- [8] Yin Peihong, Fang Xiuqi, Ma Yuling, et al. New regional pattern of grain supply-demand in China in the early 21st century. *Journal of Natural Resources*, 2006, 21(4): 625-631. [殷培红, 方修琦, 马玉玲, 等. 21世纪初我国粮食供需的新空间格局. *自然资源学报*, 2006, 21(4): 625-631.]
- [9] Zeng Lan, Zhang Yong, Zhang Xue, et al. A short-term model of grain supply-demand balance based on remote sensing for crop monitoring and agriculture statistical data. *Journal of Remote Sensing*, 2004, 8(6): 645-654. [曾澜, 张勇, 张雪, 等. 基于遥感估产和农业统计的粮食供需平衡模型研究. *遥感学报*, 2004, 8(6): 645-654.]
- [10] He Yingbin, Chen Youqi, Yao Yanmin, et al. Study on spatial characteristics of the relation between arable land non-agriculturalization and food production: A case study of the provinces in Northeast China. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 439-447. [何英彬, 陈佑启, 姚艳敏, 等. 区域耕地非农化与粮食产量关系空间特征研究: 以东北三省为例. *自然资源学报*, 2009, 24(3): 439-447.]
- [11] Rosegrant M W, Agcaoili-Sombilla M, Perez N D. *Global Food Projections to 2020: Implications for investment*. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., 1995.
- [12] Xie Hualin, Liu Liming, Li Bo, et al. Spatial autocorrelation analysis of multi-scale land-use changes: A case study in Ongniud Banner, Inner Mongolia. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(4): 389-400. [谢花林, 刘黎明, 李波, 等. 土地利用变化的多尺度空间自相关分析: 以内蒙古翁牛特旗为例. *地理学报*, 2006, 61(4): 389-400.]
- [13] Li Yating, Pan Shaoqi, Miao Changhong. The spatial-temporal patterns of per capita share of grain at the county level in China: A comparison between registered population and resident population. *Acta Geographica Sinica*, 2014, 69(12): 1753-1766. [李亚婷, 潘少奇, 苗长虹. 中国县域人均粮食占有量的时空格局: 基于户籍人口和常住人口的对比分析. *地理学报*, 2014, 69(12): 1753-1766.]
- [14] Liu Tao, Cao Guangzhong. Agglomeration and dispersion of city sizes and the influence of central cities: Based on the multi-scale spatial autocorrelation and the case of China. *Geographical Research*, 2012, 31(7): 1317-1327. [刘涛, 曹广忠. 城市规模的空间聚散与中心城市影响力: 基于中国637个城市空间自相关的实证. *地理研究*, 2012, 31(7): 1317-1327.]
- [15] Ge Meiling, Feng Zhiming. Population distribution of China based on GIS: Classification of population densities and curve of population gravity centers. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(2): 202-210. [葛美玲, 封志明. 中国人口分布的密度分级与重心曲线特征分析. *地理学报*, 2009, 64(2): 202-210.]

Regional pattern of grain supply and demand in China

HU Tian¹, JU Zhengshan², ZHOU Wei^{2,3}

(1. School of Urban Planning and Design, Peking University, Shenzhen 518055, Guangdong, China; 2. Key Laboratory of Land Consolidation and Rehabilitation, Ministry of Land and Resources, Beijing 100035, China; 3. School of Land Science and Technology, China University of Geoscience, Beijing 100083, China)

Abstract: Food security has become a worldwide concern. Considering the huge population of China, the need for food security in the country cannot be overemphasized. Grain is an important source of food for the Chinese people. Therefore, it is necessary to understand grain output and deficit situation in China. In this study, with the help of GIS and Geoda analysis methods, we constructed a relationship model of grain output and deficit to understand the structure and spatial distribution. Based on population and grain statistic data from 2008 to 2012, this study took 333 prefectures and districts as objects. The results show that grain supply and demand are currently in a net surplus situation in China. There are 160 cities that could satisfy their grain needs by cultivation of grain, accounting for 48% of all prefecture units. In reference to grain supply- demand spatial distribution, there exists obvious regional differentiation, presenting grain deficit in western China, likewise for southern regions, and grain surplus in eastern and northern regions. In addition, the regularity of scale distribution is proposed. Grain supply-demand exhibits significant spatial correlation and clustering effects at provincial and prefecture levels. And lastly, the net amount of grain surplus gradually increased from 2008 to 2012. High grain-output and high grain-deficit are the dominant transfer types. The high grain- output regions make great contributions to the growing of grain surplus, accounting for 75.24% of the increment.

Keywords: grain supply and demand; spatial pattern; regional difference; spatial autocorrelation; China